

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-275057

(43) 公開日 平成4年(1992)9月30日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 2 M 1/08  
7/06  
7/48

識別記号

3 1 1 D 8325-5H  
A 9180-5H  
F 8730-5H

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 1 (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平3-33910

(22) 出願日

平成3年(1991)2月28日

(71) 出願人

000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者

田中 茂

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中工場内

(72) 発明者

三浦 和敏

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中工場内

(74) 代理人

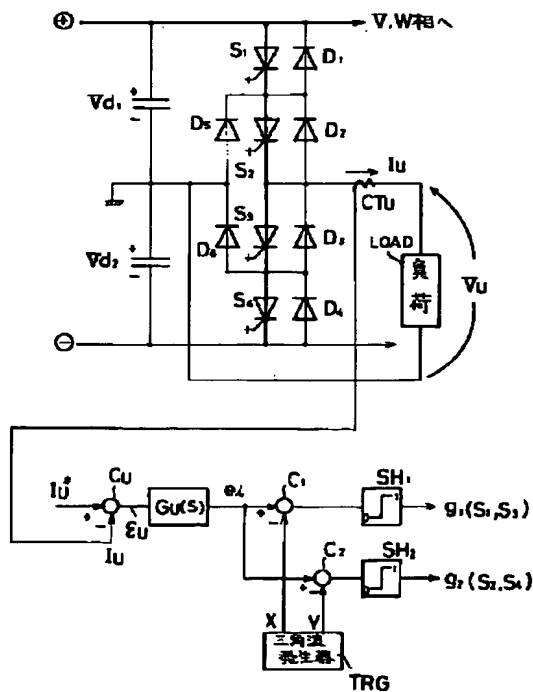
弁理士 則近 憲佑

(54) 【発明の名称】 中性点クランプ式電力変換器の制御装置

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、直列接続された4個の自己消弧素子  $S_1 \sim S_4$  と、これらの各素子に逆並列接続されるフリーホイリングダイオード  $D_1 \sim D_4$  と、クランプ用ダイオード  $D_5, D_6$  とで構成される中性点クランプ式電力変換器において、PWM制御入力信号  $e_i$  を急変させた場合に、1つの素子に直流全電圧が加わって素子が破壊されるのを防止したものである。

【構成】 パルス幅変調制御用搬送波信号として、1つは零とプラス側で変化する三角波  $X$  と、もう1つは  $X$  と同相で零とマイナス側で変化する三角波  $Y$  を発生する三角波発生器  $TRG$  と、これらの三角波  $X$  及び  $Y$  と、PWM制御入力信号  $e_i$  とを比較してゲート信号  $g_1, g_2$  を作る手段を具備し、このゲート信号  $g_1$  及び  $g_2$  を用いて電力変換器を制御する。



BEST AVAILABLE COPY

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直列接続された4個の自己消弧素子  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$  と、これらの各素子に逆並列接続されるフリーホイリングダイオード  $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ 、 $D_4$  と、クランプ用ダイオード  $D_5$ 、 $D_6$  とで構成される中性点クランプ式電力変換器において、パルス幅変調制御用搬送波として、1つは零とプラス側で変化する三角波  $X$ 、もう1つは零とマイナス側で変化する三角波  $Y$  を発生する手段と、この2つの三角波  $X$ 、 $Y$  と PWM 制御入力信号  $e_i$  とを比較し、

$e_i > X$  のとき、前記素子  $S_1$ 、 $S_2$  をオン ( $S_3$ 、 $S_4$  をオフ)

$Y \leq e_i \leq X$  のとき、前記素子  $S_2$ 、 $S_3$  をオン ( $S_1$ 、 $S_4$  をオフ)

$e_i < Y$  のとき、前記素子  $S_3$ 、 $S_4$  をオン ( $S_1$ 、 $S_2$  をオフ)

となるようにパルス幅変調制御する手段を具備して成る中性点クランプ式電力変換器の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【発明の目的】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、交流電力を直流電力に変換するパルス幅変調制御 (PWM 制御) コンバータや、直流電力を交流電力に変換する PWM 制御インバータ等に適用される3レベルの出力電圧を発生する中性点クランプ式電力変換器の制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図5は、中性点クランプ式インバータの主回路構成図を示す。図は1相分 (U相分) を示し、3相出カインバータの場合、 $V$ 、 $W$ 、相も同様に構成される。

【0003】 図中、 $V_{d1}$ 、 $V_{d2}$  は直流電源、 $S_1 \sim S_4$  は自己消弧素子、 $D_1 \sim D_4$  はフリーホイリングダイオード、 $D_5$ 、 $D_6$  はクランプ用ダイオード、LOAD は負荷である。

【0004】 このインバータの出力電圧  $V_o$  は、4つの素子  $S_1 \sim S_4$  をオン、オフさせることによって、次のように変化する。ただし、全体の直流電圧を  $V_d$  とし、 $V_{d1} = V_{d2} = V_d / 2$  とする。即ち、

$S_1$  と  $S_2$  がオンのとき、 $V_o = +V_d / 2$

$S_2$  と  $S_3$  がオンのとき、 $V_o = 0$

$S_3$  と  $S_4$  がオンのとき、 $V_o = -V_d / 2$

となる。この時、素子は2個ずつオンさせなければならない。3個同時にオンになると、直流電源を短絡し、過電流によって素子を破壊してしまう。

【0005】 例えば、素子  $S_1 \sim S_3$  にオン信号が入ると、直流電圧  $V_{d1}$  を素子  $S_1 - S_2 - S_3$  - ダイオード  $D_6$  で短絡し、過大な短絡電流が素子に流れ、素子を壊してしまう。

【0006】 このような直流短絡を防止するため、素子

2

$S_1$  と  $S_3$  を逆動作させ、素子  $S_2$ 、 $S_4$  を逆動作させている。即ち、素子  $S_1$  がオンのときは素子  $S_3$  をオフさせ、素子  $S_3$  がオンのときは素子  $S_1$  をオフさせている。同様に、素子  $S_2$  がオンのときは素子  $S_4$  をオフさせ、素子  $S_4$  がオンのときは、素子  $S_2$  をオフさせている。図6は、中性点クランプ式インバータの従来のパルス幅変調制御法を説明するためのタイムチャート図である。

【0007】 図中、 $X$ 、 $Y$  は PWM 制御の搬送波信号で、 $X$  は  $+E_{max} \sim 0$  の間を変化する三角波、 $Y$  は  $X$  の反転値 (または位相が電気角で  $180^\circ$  ずれた三角波) である。また、 $e_i$  は PWM 制御入力信号である。入力信号  $e_i$  と三角波  $X$ 、 $Y$  とを比較し、素子  $S_1 \sim S_4$  のゲート信号  $g_1$ 、 $g_2$  を作る。即ち、 $e_i > X$  で、かつ  $e_i > Y$  のとき、 $g_1 = 1$  で、 $S_1$  をオン、 $S_3$  をオフさせる。 $e_i \leq X$ 、または  $e_i \leq Y$  のとき、 $g_1 = 0$  で、 $S_1$  をオフ、 $S_3$  をオンさせる。 $e_i < X$  で、かつ  $e_i < Y$  のとき、 $g_2 = 1$  で、 $S_4$  をオン、 $S_2$  をオフさせる。 $e_i \geq X$ 、または  $e_i \geq Y$  のとき、 $g_2 = 0$  で、 $S_4$  をオフ、 $S_2$  をオンさせる。

【0008】 この結果、出力電圧  $V_o$  は、図の最下段のようになる。このように、中性点クランプ式インバータでは、出力電圧  $V_o$  として、3レベル ( $+V_d / 2$ 、 $0$ 、 $-V_d / 2$ ) の電圧が得られ、高調波成分の少ない電圧波形となる。電動機負荷の場合は、電流の脈動は小さくなり、トルクリプルも低減できる利点がある。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来の中性点クランプ式インバータの制御装置には、次のような問題点がある。図7は、図6と同様に従来の PWM 制御方法を説明するためのタイムチャート図を示すもので、入力信号  $e_i$  が急激に変化した場合の動作を表す。

【0010】  $e_i$  が  $a$  点で、正から負に急変すると、ゲート信号  $g_1$  は「1」から「0」に、ゲート信号  $g_2$  は「0」から「1」に変化する。このゲート信号に従って、素子  $S_1 \sim S_4$  が瞬時にオン、オフできれば、出力電圧  $V_o$  は図示のようになり、何の問題も発生しない。

【0011】 しかし、大容量のインバータでは、自己消弧素子として GTO (ゲートターンオフサイリスタ) などが使われ、ターンオフ時の過電圧を抑制するためスナバ回路が設置される。

【0012】 このスナバ回路のコンデンサの電圧を初期化する (放電させる) ため、GTO をオンさせた時、一定時間 (最小オン時間: 例えば  $100$  マイクロ秒程度) オン状態を維持しなければならない。

【0013】 図8は、図7の  $a$  点付近のゲート信号の動作を拡大したものでゲート信号  $g_1 = 1$  の幅が最小オン時間  $\Delta t$  より狭くなった場合を示す。素子  $S_1$  の最小オン時間  $\Delta t$  を確保するため、ゲート信号  $g_1$  は  $g_1$  のように1の期間が広げられる。この結果、 $g_1$  と  $g$

3

とが期間  $\delta$  だけ重なり、素子  $S_1$  がオン、 $S_2$  がオフ、 $S_3$  がオフ、 $S_4$  がオンとなる。

【0014】図5の主回路において、出力電流  $I_o$  が図の矢印の向に流れている場合、ダイオード  $D_3$ 、 $D_4$  が導通し、かつ素子  $S_1$  にオン信号が来ているので、素子  $S_2$  に直流全電圧  $V_d = V_{d1} + V_{d2}$  が印加される。逆に、出力電流  $I_o$  が図の矢印と反対方向にながれている場合は、ダイオード  $D_1$ 、 $D_2$  が導通し、 $S_4$  にオン信号が入っているため、素子  $S_3$  に全電圧  $V_d$  が印加される。中性点クランプ式インバータでは、各素子（各アーム）の耐圧は直流電圧  $V_d$  の半分が印加されるものとして設計されており、全電圧が印加された場合、過電圧により素子破壊に至ってしまう。

【0015】図7は入力信号  $e_i$  が大きく急激に変化した場合を例にとって説明したが、三角波  $X$  と  $Y$  が交差する点（b点）では入力信号  $e_i$  が正負に少しでも変化すると、上記問題点が発生する。

【0016】このように従来の中性点クランプ式インバータのPWM制御装置では、入力信号  $e_i$  の急変に対して弱く、特に三角波  $X$  と  $Y$  が交差する点付近では頻繁に素子破壊の危険にさらされることになる。

【0017】本発明は、以上の問題点に鑑みてなされたもので、PWM制御の入力信号  $e_i$  が急激に変化しても1つの素子に直流全電圧が印加されることのないような中性点クランプ式電力変換器の制御装置を提供することを目的とする。

【発明の構成】

【0018】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために本発明は、直列接続された4個の自己消弧素子  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$  と、これらの各素子に逆並列接続されるフリーホイリングダイオード  $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ 、 $D_4$  と、クランプ用ダイオード  $D_5$ 、 $D_6$  とで構成される中性点クランプ式電力変換器において、パルス幅変調制御用搬送波として、1つは零とプラス側で変化する三角波  $X$ 、もう1つは零とマイナス側で変化する三角波  $Y$  を発生する手段と、この2つの三角波  $X$ 、 $Y$  とPWM制御入力信号  $e_i$  とを比較し、

$e_i > X$  のとき、前記素子  $S_1$ 、 $S_2$  をオン（ $S_3$ 、 $S_4$  をオフ）

$Y \leq e_i \leq X$  のとき、前記素子  $S_2$ 、 $S_3$  をオン（ $S_1$ 、 $S_4$  をオフ）

$e_i < Y$  のとき、前記素子  $S_3$ 、 $S_4$  をオン（ $S_1$ 、 $S_2$  をオフ）となるようにパルス幅変調制御する手段を具備したことを特徴とするものである。

【0019】

【作用】本発明は、PWM制御の搬送波として、1つは  $0 \sim +E_{MAX}$  の間で変化する三角波  $X$ 、もう1つは三角波  $X$  と同位相で  $0 \sim -E_{MAX}$  の間で変化する三角波  $Y$  を用い、この2つの三角波  $X$ 、 $Y$  と入力信号  $e_i$  とを比較

4

して中性点クランプ式電力変換器を構成する素子  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$  のゲート信号を作っている。即ち、 $e_i > X$  のとき、素子  $S_1$ 、 $S_2$  をオン（ $S_3$ 、 $S_4$  をオフ）

$Y \leq e_i \leq X$  のとき、素子  $S_2$ 、 $S_3$  をオン（ $S_1$ 、 $S_4$  をオフ）

$e_i < Y$  のとき、素子  $S_3$ 、 $S_4$  をオン（ $S_1$ 、 $S_2$  をオフ）

となるようにパルス幅変調制御する。

10 【0020】これにより、三角波  $X$  と  $Y$  は常に  $E_{MAX}$  だけの電圧差を有し、この電圧差以内に入力信号  $e_i$  が変化しても、 $e_i > X$  から  $e_i < Y$  の状態に、あるいは  $e_i < Y$  から  $e_i > X$  の状態にモードが直接変化することはありません。素子の最小オン時間を考慮しても、素子  $S_1$  オンで素子  $S_2$  がオフ或いは素子  $S_4$  がオンで素子  $S_3$  がオフとなるモードが発生しなくなる。従って、素子  $S_2$  あるいは素子  $S_3$  に直流全電圧が印加されることがなくなり、従来の問題点を解決することができる。

【0021】

20 【実施例】図1は、本発明の中性点クランプ式インバータの制御装置を説明するための主回路構成図および制御装置のブロック図の一実施例を示す。

【0022】図中、 $V_{d1}$ 、 $V_{d2}$  は直流電源、 $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ 、 $S_4$  は自己消弧素子、 $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ 、 $D_4$  はフリーホイリングダイオード、 $D_5$ 、 $D_6$  はクランプ用ダイオード、LOADは負荷、CT<sub>0</sub>は電流検出器である。又、制御回路として、比較器  $C_0$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ 、電流制御補償回路  $G_0(s)$ 、三角波発生器 TRG、シュミット回路  $SH_1$ 、 $SH_2$  が設けられている。この図は1相分（U相分）のみを示しているが、3相負荷の場合、他の2相（V相、W相）も同様に構成される。

【0023】U相の負荷電流  $I_o$  を電流検出器 CT<sub>0</sub> により検出し、電流制御回路の比較器  $C_0$  に入力する。比較器  $C_0$  は電流指令値  $I_o^*$  と電流検出値  $I_o$  とを比較し、偏差  $\varepsilon U = I_o^* - I_o$  を求める。当該偏差  $\varepsilon U$  を次の制御補償回路  $G_0(s)$  で増幅し、PWM制御の入力信号  $e_i$  とする。

40 【0024】三角波発生器 TRG は2つの三角波  $X$ 、 $Y$  を発生し、比較器  $C_1$ 、 $C_2$  に入力する。比較器  $C_1$  は三角波  $X$  と前記入力信号  $e_i$  を比較しシュミット回路  $SH_1$  を介して素子素子  $S_1$  と  $S_3$  のゲート信号  $g_1$  を作る。又、比較器  $C_2$  は三角波  $Y$  と前記入力信号  $e_i$  を比較し、シュミット回路  $SH_2$  を介して素子素子  $S_2$  と  $S_4$  のゲート信号  $g_2$  を作る。図2は、本発明の動作を説明するためのタイムチャート図である。

50 【0025】PWM制御の搬送波  $X$  は  $0 \sim +E_{MAX}$  の間で変化する一定周波数の三角波である。又、搬送波  $Y$  は  $0 \sim -E_{MAX}$  の間で変化する一定周波数の三角波で、搬送波  $X$  と同相になっている。即ち、 $X = +E_{MAX}$  のと

き、 $Y=0$ となり、 $X=0$  のとき、 $Y=-E_{MAX}$  となる。故に、 $b_1$  点 ( $X=0$ ) から  $b_2$  点 ( $Y=-E_{MAX}$ ) まで、電圧差として  $E_{MAX}$  の差がある。PWM制御入力信号  $e_1$  と前記三角波  $X$ 、 $Y$  とを比較し、ゲート信号  $g_1$  及び  $g_2$  を作る。即ち、

$e_1 > X$  のとき、 $g_1 = 1$  で、素子  $S_1$  をオン (素子  $S_3$  をオフ)

$e_1 \leq X$  のとき、 $g_1 = 0$  で、素子  $S_1$  をオフ (素子  $S_3$  をオン)

$e_1 < Y$  のとき、 $g_2 = 1$  で、素子  $S_4$  をオン (素子  $S_2$  をオフ)

$e_1 \geq Y$  のとき、 $g_2 = 0$  で、素子  $S_4$  をオフ (素子  $S_2$  をオン)

とする。このとき、インバータの出力電圧  $V_0$  は、次のように変化する。但し、全体の直流電圧を  $V_d$  とし、 $V_{d1} = V_{d2} = V_d / 2$  とする。即ち、

素子  $S_1$  と  $S_2$  がオンのとき、 $V_0 = +V_d / 2$

素子  $S_2$  と  $S_3$  がオンのとき、 $V_0 = 0$

素子  $S_3$  と  $S_4$  がオンのとき、 $V_0 = -V_d / 2$

となり、3レベルの出力電圧となる。その平均値  $V_0$  は 20 上記入力信号  $e_1$  に比例した値となる。

【0026】今、 $a$  点で入力信号  $e_1$  が急変した場合を考える。ゲート信号  $g_1$  の幅が素子  $S_1$  の最小オン時間  $\Delta t$  より短くなるが、当該最小オン時間  $\Delta t$  を確保するため破線で示す信号  $g_1$  となる。しかし入力信号  $e_1$  の変化が  $E_{MAX}$  より小さい場合、 $e_1$  は三角波  $Y$  と  $a$  点で交差することなく、ゲート信号  $g_2$  は「0」の状態を保つ。この結果、 $g_1 = 1$  と  $g_2 = 1$  の期間が重なることはなく、素子  $S_1$  がオンのときは素子  $S_2$  も必ずオンとなっている。同様に、素子  $S_4$  がオンのときは素子  $S_3$  も必ずオン状態を保っている。

【0027】これを言い代えると、素子  $S_2$  がオフのとき素子  $S_1$  もオフとなっており、図1の出力電流  $I_0$  が矢印の向きに流れている場合、ダイオード  $D_3$ 、 $D_4$  が導通し、全電圧  $V_d$  が素子  $S_1$  と  $S_2$  の直列回路に印加されるが、両者ともオフなので、各素子には  $V_d / 2$  の電圧が印加される。同様に、素子  $S_3$  がオフのときは素子  $S_4$  もオフとなっており、やはり各素子には  $V_d / 2$  以上の電圧は印加されない。

【0028】即ち、従来のPWM制御装置によると、入力信号  $e_1$  が零点付近で変動すると、4つの素子  $S_1 \sim S_4$  のうち、内側の素子  $S_2$  か  $S_3$  のいずれかに直流全電圧  $V_d$  が印加される危険があったが、本発明によればその危険を除去できる。

【0029】以上はU相分のインバータについて説明したが、V相、W相も同様に制御され、従来の問題点は解決される。又、3相3線式の負荷にも同様に適用できることは言うまでもない。尚、搬送波  $X$ 、 $Y$  の周波数は一定として説明したが、両者の位相が一致していれば、周波数を可変しても同様に適用できることは言うまでもな

い。

【0030】図3は単相フルブリッジ結線の中性点クランプ式インバータの主回路構成を示すもので、図4はそのインバータに本発明を適用したときのタイムチャート図を示す。

【0031】図中、 $V_{d1}$ 、 $V_{d2}$  は直流電源、 $S_1 \sim S_8$  は自己消弧素子、 $D_1 \sim D_8$  はフリーホイーリングダイオード、 $D_9 \sim D_{12}$  はクランプ用ダイオード、LOAD は負荷である。以下、図4を用いて図3のインバータのPWM制御動作を説明する。

【0032】PWM制御の搬送波  $X_1$ 、 $X_2$  は  $0 \sim +E_{MAX}$  の間で変化する一定周波数の三角波で、 $X_2$  は  $X_1$  に対して位相が  $180^\circ$  ずれている。又、搬送波  $Y_1$ 、 $Y_2$  は  $0 \sim -E_{MAX}$  の間で変化する一定周波数の三角波で、それぞれ  $X_1$ 、 $X_2$  と同相になっている。素子  $S_1$  と  $S_3$  のゲート信号  $g_1$  は入力信号  $e_1$  と三角波  $X_1$  とを比較することによって求められる。即ち、

$e_1 > X_1$  のとき、 $g_1 = 1$  で、素子  $S_1$  をオン (素子  $S_3$  をオフ)

$e_1 \leq X_1$  のとき、 $g_1 = 0$  で、素子  $S_1$  をオフ (素子  $S_3$  をオン)

となる。又、入力信号  $e_1$  と三角波  $Y_1$  とを比較することにより、素子  $S_2$  及び  $S_4$  のゲート信号  $g_2$  が得られる。

$e_1 < Y_1$  のとき、 $g_2 = 1$  で、素子  $S_4$  をオン (素子  $S_2$  をオフ)

$e_1 \geq Y_1$  のとき、 $g_2 = 0$  で、素子  $S_4$  をオフ (素子  $S_2$  をオン)

となる。同様に、入力信号  $e_1$  と三角波  $X_2$ 、 $Y_2$  を比較することにより、素子  $S_6 \sim S_8$  のゲート信号  $g_3$ 、 $g_4$  が得られる。即ち、

$e_1 > X_2$  のとき、 $g_3 = 1$  で、素子  $S_8$  をオン (素子  $S_6$  をオフ)

$e_1 \leq X_2$  のとき、 $g_3 = 0$  で、素子  $S_8$  をオフ (素子  $S_6$  をオン)

$e_1 < Y_2$  のとき、 $g_4 = 1$  で、素子  $S_5$  をオン (素子  $S_7$  をオフ)

$e_1 \geq Y_2$  のとき、 $g_4 = 0$  で、素子  $S_5$  をオフ (素子  $S_7$  をオン)

となる。この結果、図3のA点の電圧  $V_A$  およびB点の電圧  $V_B$  は図4に示すようになり、負荷LOADに印加される電圧  $V_0$  はの平均値は前記PWM制御入力信号  $e_1$  に比例した値となる。

【0033】入力信号  $e_1$  が急変してもその変動幅が  $E_{MAX}$  より小さければ、図2で説明したときと同様の効果を得られる。もちろん、入力信号の変動幅が  $E_{MAX}$  より大きくなっても、それが緩やかに変化するのであれば何の問題も発生しない。

【0034】尚、図1の制御回路は説明を分かり易くするため、ハードウェアの制御ブロック図として表したが、

マイクロコンピュータ等を用いて本発明をソフトウェアによる演算で行なうことができることは言うまでもない。

【0035】以上は直流電力を交流電力に変換するインバータについて説明したが、交流電力を直流電力に変換するコンバータについても同様に適用することができることは言うまでもない。

【0036】

【発明の効果】以上説明のように、本発明の中性点クランプ式電力変換器の制御装置によれば、PWM制御の入力信号が急変してもその変化の幅が許容値以内であれば、1つの素子に直流全電圧が印加されるようなモードを避けることができ、素子破壊の危険をなくすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の中性点クランプ式電力変換器の制御装置の一実施例を示す主回路構成図と制御装置のブロック図。

【図2】本発明の動作を説明するためのタイムチャート図。

【図3】本発明が適用できる中性点クランプ式電力変換

器の他の実施例を示す主回路構成図。

【図4】【図3】に示す本中性点クランプ式電力変換器に本発明を適用した場合の動作を説明するためのタイムチャート図。

【図5】本発明が適用される中性点クランプ式電力変換器の主回路構成図。

【図6】従来の中性点クランプ式電力変換器の制御装置の動作を説明するためのタイムチャート図。

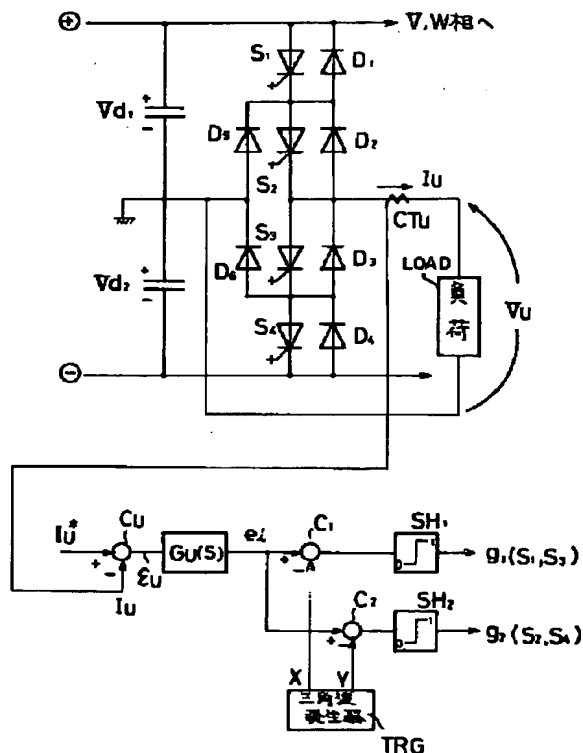
【図7】従来の中性点クランプ式電力変換器の制御装置において、PWM制御入力信号を急変させた場合の動作を説明するためのタイムチャート図。

【図8】従来の中性点クランプ式電力変換器の制御装置の動作を説明するための【図7】のタイムチャート図の一部を拡大した図。

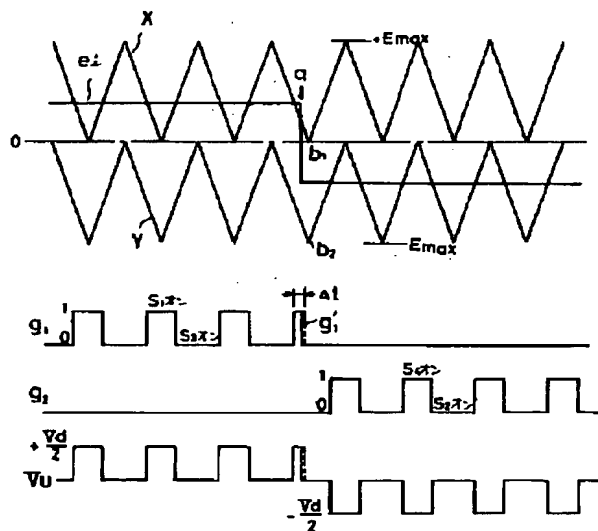
【符号の説明】

$V_{d1}$ ,  $V_{d2}$ …直流電源、 $S_1 \sim S_4$ …自己消弧素子、 $D_1 \sim D_4$ …フリーホイーリングダイオード、 $D_5$ ,  $D_6$ …クランプ用ダイオード、LOAD…負荷、 $CTU$ …電流検出器、 $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ …比較器、 $G_0(s)$ …電流制御補償回路、TRG…三角波発生器、 $SH_1$ ,  $SH_2$ …シュミット回路。

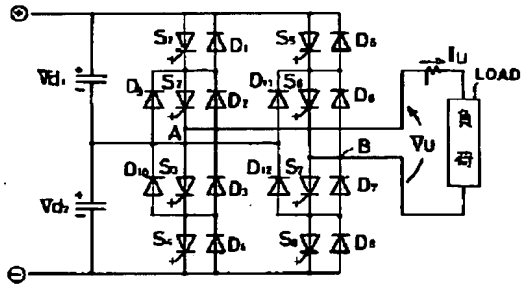
【図1】



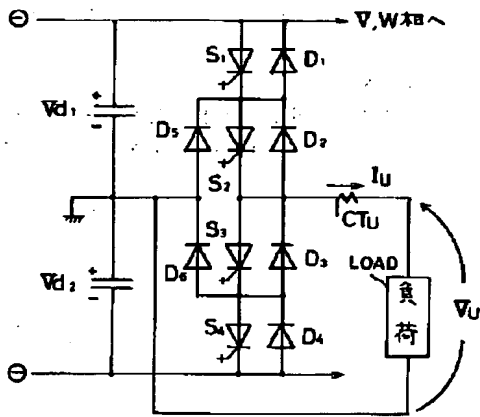
【図2】



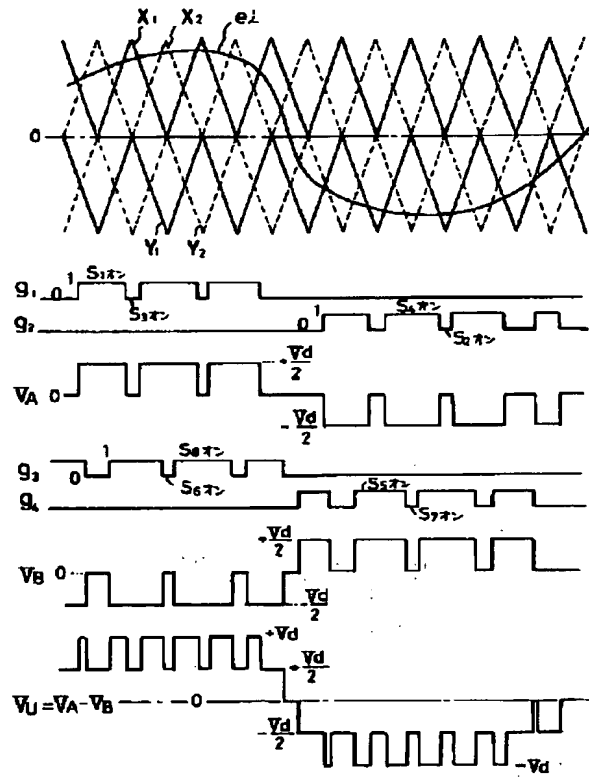
【図3】



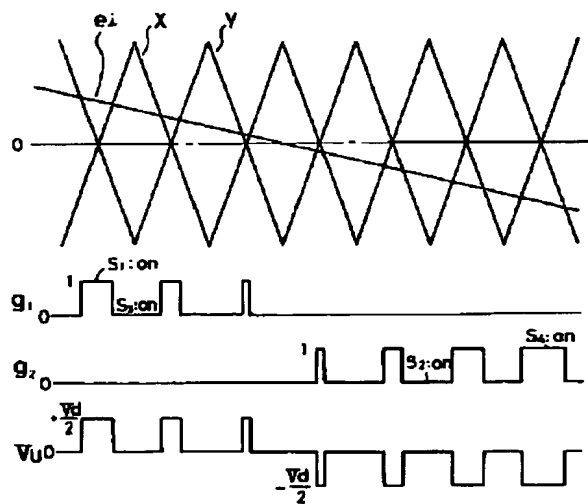
【図5】



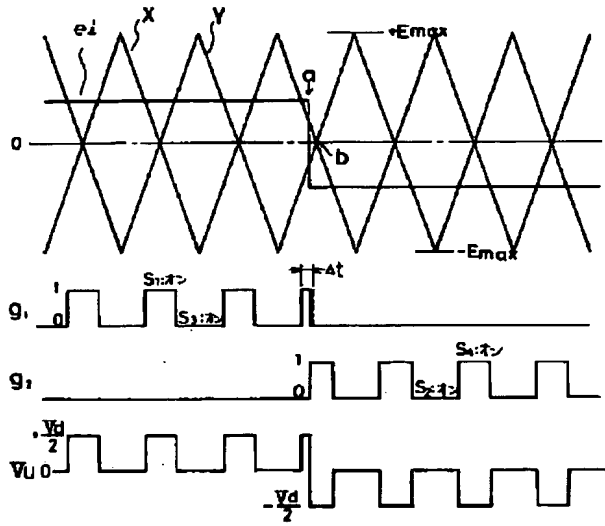
【図4】



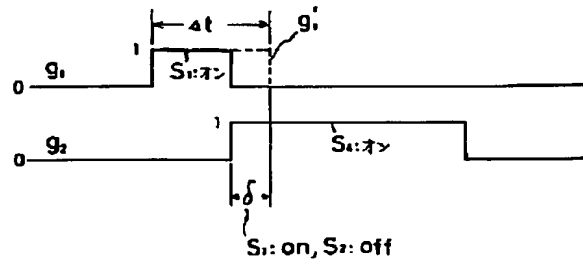
【図6】



【図7】



【図8】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**